

**LEZINGEN**

**WITLOFMIDDAG**

**9 OKTOBER 1992**

## PROEFSTATION VOOR DE AKKERBOUW EN DE GROENTETEELT IN DE VOLLEGROND

Programma witlofmiddag 9 oktober 1992.

Aanvang: 13.30 uur. Plaats: Grote vergaderzaal PAGV.

### Inleidingen:

1. Fysiologische afwijkingen van de witlofkrop, hoe te vermijden?  
Door: ir. G. van Kruistum, PAGV.
2. Invloed wortelsortering op lofopbrengst en lofkwiteit.  
Door: ing. H.P. Versluis, ROC-Westmaas.
3. Beoordeling rassensortiment op kwaliteit en houdbaarheid.  
Door: ing. A.R. Biesheuvel, PAGV.
4. Beheersing van Phytophthora bij de witloftrek.  
Door: mw. ing. A.C.M. Jansen, CBT-PAGV.
5. Samenvatting en aanbevelingen witlofonderzoek CABO-DLO.  
Door: drs. J.A. Reerink, CABO-DLO.
6. De kostprijs van witlof in internationaal perspectief.  
Door: drs. C. Ploeger, LEI-DLO.

### Tijdschema:

- |                   |  |
|-------------------|--|
| 13.30- 13.45 uur: | Ontvangst.   |
| 13.45- 13.50 uur: | Opening en mededelingen door middagvoorzitter<br>ir. P.H.M. Dekker, hfd. afd. Teeltonderzoek Groenten. |
| 13.50- 14.50 uur: | Inleidingen 1,2 en 3.  |
| 14.50- 15.10 uur: | Koffie/theepauze.  |
| 15.10- 16.10 uur: | Inleidingen 4, 5 en 6.   |
| 16.10- 16.40 uur: | Forumdiscussie o.l.v. ir. P.H.M. Dekker.   |
| vanaf 16.45 uur:  | Informeel napraten onder het genot van een drankje.  |

**Fysiologische afwijkingen van de witlofkrop, hoe te vermijden?**

Ir. Gijs van Kruistum, PAGV-Lelystad

**1. Inleiding**

De laatste jaren wordt terecht veel aandacht besteed aan de houdbaarheid van de witlofkrop. Dit gebeurt zowel bij houdbaarheidscontroles op de veilingen als in het gebruikswaarde- en het teelttechnische onderzoek. Hierbij komen veel problemen naar voren die een fysiologische oorzaak hebben, zoals bruinrand en inwendig rood. Ook kunnen tijdens de trek reeds fysiologische afwijkingen optreden zoals bruine pit en 'point noir'. Tenslotte kan als gevolg van een bepaald koeltraject van de kroppen na de oogst, lage temperatuurbederf optreden.

In het kort zal op de (mogelijke) oorzaken van bovengenoemde fysiologische kwalen worden ingegaan waarbij de stand van het onderzoek wordt weergegeven. Vanzelfsprekend is deze lijst van fysiologische kwalen niet uitputtend, een keuze is gemaakt voor de meest actuele of die in het onderzoek de nodige aandacht krijgen. De pitlengte is bij de latere trekken vaak problematisch en heeft ook een fysiologische achtergrond, doch wordt hier buiten beschouwing gelaten.

**2. Bruine pit**

Weinig problemen hebben in de afgelopen jaren de gemoederen van de witlofteler zo beziggehouden als het bruine pit probleem. Deze fysiologische kwaal werd min of meer aan het einde van de jaren '70 geïntroduceerd met de produktieve Franse hybride Zoom. De kwaal uit zich vooral vanaf de midden-vroege trekperiode en is in enkele jaren zo hevig voorgekomen dat de export zelfs werd bedreigd. Vanaf 1985 is hiernaar in Frankrijk uitgebreid onderzoek verricht. Hieruit is naar voren gekomen dat de calciumvoorziening van de pit in de groeiende krop onvoldoende is, waardoor direkt of indirekt de opbouw van celwanden en celmembranen wordt verstoord. Hierdoor raakt het weefsel in de pit gedesorganiseerd en wordt door oxydatie van celstoffen de

bruine pit in velerlei vormen zichtbaar.

Veel factoren zijn van invloed op de mate waarin bruine pit tot uiting komt.

Tussen partijen wortels van hetzelfde ras, geteeld op verschillende percelen kunnen grote verschillen in bruine pit voorkomen. Een duidelijke relatie met temperatuur en vochtvoorziening is echter niet gevonden. Ook de groeiduur op zich lijkt niet van invloed te zijn. Wel is vastgesteld dat kali- en stikstofrijke percelen het probleem kunnen verergeren. Ook uit het CABO-DLO onderzoek komt naar voren dat kroppen van stikstofrijke wortels meer last van bruine pit kunnen hebben.

Gebleken is dat calcium, toegediend op het veld voor het zaaien of als bladbespuiting tijdens de wortelteelt geen effect sorteert. Wel heeft een behandeling met  $\text{CaCl}_2$  voorafgaand aan de trek een grote invloed.

Door witlofwortels voor aanvang van de trek in een oplossing van  $\text{CaCl}_2$  te dompelen, kan het percentage bruine pit aanzienlijk worden verminderd.

Duidelijk komt ook naar voren dat een zwaardere wortel veel gevoeliger is voor bruine pit (tabel 1).

Tabel 1. Lofopbrengst (in kg per 100 wortels) en percentage bruine pit van witlofwortels, direkt voor aanvang trek gedurende 24 uur gedompeld in een oplossing van 20 g/l  $\text{CaCl}_2$ . Ras: Flash.  
Opzetdatum: 13 januari 1988. PAGV-Lelystad.

object	wortel- sort.(cm)	lofopbrengst:		% bruine	
		kl.I	Totaal	kl.I	pit
1a. onbehandeld	3-4	7.7	11.7	66	21
2a. in leidingwater	3-4	8.0	10.8	74	39
3a. in $\text{CaCl}_2$	3-4	7.2	12.2	59	11
1b. onbehandeld	4-5	13.4	19.3	69	68
2b. in leidingwater	4-5	10.1	14.4	70	66
3b. in $\text{CaCl}_2$	4-5	6.8	11.2	61	30
1c. onbehandeld	5-6	13.3	22.3	60	97
2c. in leidingwater	5-6	5.2	12.9	40	88
3c. in $\text{CaCl}_2$	5-6	5.4	14.9	36	46

Het dompelen op zich, vlak voor aanvang van de trek en gedurende 24 uur is echter voor de zwaardere wortels zeer nadelig voor de lofopbrengst.

Uit Frans onderzoek is naar voren gekomen dat dompelen de meest effectieve wijze is om bruine pit te verminderen. Door de (ontdooide) wortels 15 dagen voor aanvang van de trek gedurende maximaal 1 tot 3 uur te dompelen in een oplossing met 20 g/l  $\text{CaCl}_2$  kan het negatieve effect op opbrengst en kwaliteit sterk worden verminderd. Dit geldt in Frankrijk momenteel ook als praktijkadvies. Het terugdringen van de aantasting tot beneden de tolerantiegrens van 10 % is echter in de meeste gevallen niet mogelijk.

Zoals bekend is ook het gebruikte ras van grote invloed op het percentage bruine pit. Binnen het ras komen als gevolg van teeltfactoren en tijdstip van forceren ook grote variaties voor. Tenslotte is ook de bewaartemperatuur en -duur van invloed op het optreden van bruine pit. Dit houdt verband met de fysiologische toestand van de wortel. Uit Franse bewaarproeven komt naar voren dat na een bewaarperiode van 112 dagen het percentage bruine pit toeneemt van bij  $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$  bewaarde wortels, terwijl het percentage bruine pit van bij  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  bewaarde wortels verder daalt.

### 3. 'Point noir'

De fysiologische afwijking 'point noir' wordt tijdens de trek zichtbaar in de vorm van zwarte, necrotische plekken weefsel op de kropblaadjes. Het gezonde weefsel groeit hier als het ware omheen, waardoor de bladeren op een typische wijze gebogen zijn. Ook kunnen de groeiende kropblaadjes rafelige scheuren gaan vertonen. In ernstige gevallen vertoont het groeipunt reeds zwarte plekken waardoor er nauwelijks kropvorming plaatsvindt. 'Point noir' treedt vooral in de vroege en middenvroeg trekken op waarbij de gevoeligheid van rassen voor deze kwaal van jaar tot jaar verschillend is.

Op aanwijzingen dat de vochtvoorziening op het einde van de wortelteelt een rol kan spelen waardoor mede de Ca-huishouding kan worden beïnvloed, is in 1991 op ROC-Zwaagdijk onderzoek gestart.

Witlofwortels (cv. Flash) zijn in de kas opgekweekt, waarbij vanaf half

augustus droge of natte omstandigheden zijn gecreëerd. Na het rooien op 31 oktober zijn de wortels bij 0 °C opgeslagen en vervolgens op twee tijdstippen geforceerd. Tevens zijn de wortels 1 dag voor aanvang van de trek gedurende 2 uur gedompeld in een oplossing van 20 g/l calciumchloride.

Uit tabel 2 komt naar voren dat bij 'droge' opkweek van de wortels meer 'point noir' optreedt. De aantasting neemt bij 'droge' opkweek sterk toe wanneer de wortels langer zijn bewaard. De aantasting was in veel gevallen zo sterk dat de krop zich niet of nauwelijks meer ontwikkelde.

Dompelen in een oplossing van  $\text{CaCl}_2$  kan de aantasting sterk verminderen. In deze proef is niet nagegaan wat het effect van dompelen is op de opbrengst en kwaliteit van het lof. Uit ander onderzoek is bekend dat dompelen in  $\text{CaCl}_2$  vlak voor aanvang van de trek, de opbrengst en kwaliteit negatief kan beïnvloeden.

In deze proef was de lofkwaliteit over het algemeen matig tot slecht vanwege de minder goede kwaliteit van de kasgrond, klimaatomstandigheden voor de wortelteelt en het lagere wortelgewicht.

Tabel 2. Percentage aantasting van de kroppen door 'point noir' na 'droge' of 'natte' opkweek van de wortels (cv. Flash) in de kas.  
ROC-Zwaagdijk, 1992.

object	trek 1,	trek 2,
	oogst 11 dec.'91	oogst 14 jan.'92
droog	8 %	41 %
droog + $\text{CaCl}_2$	0 %	7 %
nat	2 %	1 %
nat + $\text{CaCl}_2$	0 %	0 %

Uit dit éénjarig onderzoek komt naar voren dat een droge herfst de aantasting door 'point noir' sterk kan bevorderen, vooral als de wortels langer worden bewaard. Dompelen in calciumchloride kan de aantasting terugdringen. Mogelijk wordt het transport van calcium van wortel naar het groeipunt in het begin van de trek, bij 'droge' opkweek belemmerd.

Hoe in praktisch opzicht, aan het einde van de wortelteelt of tijdens de bewaring, hierop kan worden ingespeeld moet nader onderzoek uitwijzen.

#### 4. Bruinrand

In houdbaarheidscontrôles op de veilingen komt het verschijnsel bruinrand veelvuldig voor met een piek in januari/februari. Rassen met zeer dunne, bijna doorzichtige bladranden zijn in het algemeen gevoeliger voor bruinrand. Uit microscopisch onderzoek door de vakgroep Plantencytologie en -morfologie van de LUW, is naar voren gekomen dat mesofylcellen zowel in de buitenzijde als in de binnenzijde van de bladranden samenklappen, wat gepaard gaat met bruinverkleuring. Hierdoor is het niet waarschijnlijk dat het springen van fijne vertakkingen van melksapbuizen verband houdt met bruinrand. Net als bij andere gewassen als bijvoorbeeld sla is waarschijnlijk een verstoring van de vochthuishouding in de bladranden de primaire oorzaak, eventueel versterkt door een gebrekkige calcium voorziening. Bij witlof treedt bruinrand op aan de buitenste blaadjes wat waarschijnlijk een vorm van droogrand is: na de oogst verliest de krop vocht als gevolg van een doorgaande verdamping en vochtonttrekking bij het proces van inkoeling. De zwakste plaatsen, de bladranden hebben daarbij de minste weerstand en sterven af. Witlof in kleinverpakking, waarbij de verdamping wordt beperkt door de wikkelfolie heeft in het algemeen ook minder last van bruinrand.

Teneinde enkele factoren te toetsen die tijdens de trek mogelijk invloed hebben op het optreden van bruinrand na de oogst, is op het PAGV in januari 1990 een proef uitgevoerd. Hierbij is het ras Daliva geforceerd bij 17 °C water en 14 °C lucht onder een relatieve luchtvochtigheid (RV) van 90 % of bij een RV van 97 %. Het lof werd op vier tijdstippen geoogst en vervolgens in dozen gedurende 1 week nabewaard bij 9 °C. Hierna werd het aantal kropen met bruinrand geteld. De resultaten zijn vermeld in tabel 3.

Tabel 3. Percentage kroppen met bruinrand in relatie tot het oogsttijdstip en de RV tijdens de trek van cv. Daliva.  
PAGV-Lelystad, januari 1992.

Trekduur (dg)	RV 90 %	RV 97 %
17	2	0
19	10	13
21	16	22
24	46	42

De RV tijdens de trek bleek van geringe invloed te zijn op de mate van bruinrand tijdens de nabewaring. Daarentegen was het effect van de trekduur zeer sterk. Vooral bij relatief laat geoogst lof (trekduur 24 dg) nam het percentage bruinrand sterk toe.

De vraag rijst of het optreden van bruinrand een direkt gevolg is van de sterke wateropname aan het einde van de trek. Hierbij vindt de kropgroei vooral plaats door celstrekking en worden de cellen in de bladranden mogelijk onvoldoende snel van calcium voorzien, waardoor de celmembranen c.q. celwanden instabieler worden. Ook kan als gevolg van de toenemende pitgroei, de pit als begin van de generatieve fase als een sterkere 'sink' gaan fungeren en daardoor meer voedsel, waaronder calcium naar zich toetrekken.

## 5. Inwendig rood

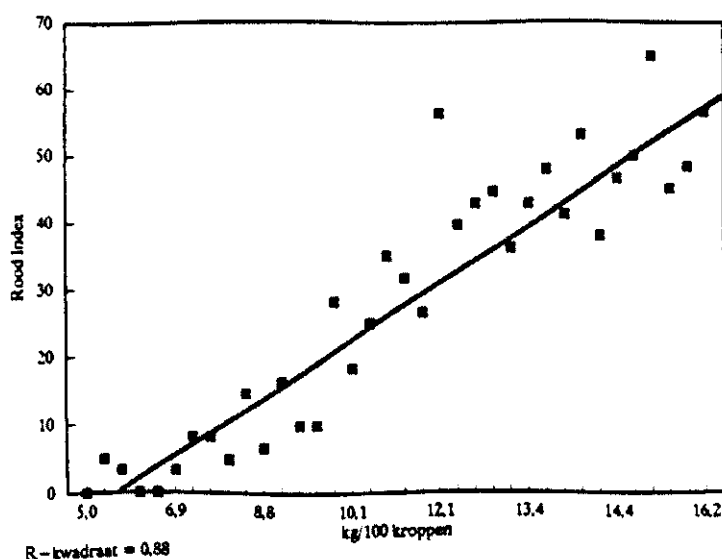
Inwendig rood kan reeds bij de oogst, maar veelal enkele dagen na de oogst zichtbaar worden. Soms is deze verkleuring aan de buitenzijde zichtbaar, maar veelal wordt de verkleuring binnenin de krop aangetroffen. De rode, later bruinverkleurende langwerpige, ingezonken plekje bevinden zich in het nerfgedeelte van de kropblaadjes. Bewaring van het lof bij hogere temperaturen verergert dit probleem. Inwendig rood komt de laatste jaren vooral voor bij de latere trekken, waarbij sommige rassen duidelijk gevoeliger blijken te zijn.

Uit anatomisch/morfologisch onderzoek door de vakgroep Plantencytologie en



-morfologie van de LUW, komt naar voren dat inwendig rood een gevolg is van het knappen van melksapvaten, waarna oxydatie van bestanddelen van het melksap in het omliggende weefsel, de rode en later bruinrode kleur veroorzaakt. Evenals de roodverkleuring in de vroege trekken kan het knappen van de melksapvaten veroorzaakt worden door een onbalans in turgordruk tussen melksapvaten en omliggende parenchymcellen. Aan het einde van de trek groeit de krop voornamelijk door celstrekking, de cellen worden groter door wateropname. Melksapvaten kunnen sneller water opnemen dan het omliggende weefsel bestaande uit parenchymcellen. Dit leidt tot verschillen in osmotische spanning waardoor melksapvaten plaatselijk kunnen knappen. Een andere oorzaak kan zijn dat de wanden van de melksapvaten de snelle groei door wateropname niet bij kunnen houden en mede door onvoldoende toevoer van calcium minder sterk zijn.

Uit onderzoek in april/mei 1992 kwam naar voren dat vooral het kropgewicht bij de oogst van invloed is op het optreden van inwendig rood. Relatief jonger geoogst lof is minder gevoelig voor het optreden van inwendig rood (figuur 1). Andere getoetste factoren als een hogere EC-waarde tijdens de trek of verhoging van de EC-waarde tot 4 mS/cm in de laatste week van de trek, verlaging van de forceertemperaturen aan het einde van de trek of afdekking met plastic folie, waren niet van invloed.



Figuur 1. Verband tussen het kropgewicht (in kg/100 kroppen) en het optreden van inwendig rood (Rood Index: 0 = geen aantasting, 100 = volledige aantasting). Ras: cv. Rinof, inzetdatum 2, 4 en 6 april 1992. Oogstdatum: 28 april. Lof beoordeeld op 14 mei, na opslag bij 5 °C tot 6 mei en 12 °C tot 14 mei. PAGV-Lelystad.

Uit de figuur komt naar voren dat, wil het optreden van inwendig rood tot een aanvaardbaar niveau worden teruggebracht, dit grote consequenties voor de lofproductie kan hebben. Oogsten op een tijdstip dat de rood index op maximaal 20 komt, betekende in dit onderzoek oogsten bij een kropgewicht van circa 100 gram (minder dan 40 kg lof per m<sup>2</sup> trekoppervlak).

## 6. Lage temperatuurbederf

Enkele jaren geleden kwam het verschijnsel "lage temperatuurbederf" (LTB) bij witlof vrij massaal voor. Dit was aanleiding het koeladvies van op de veiling aangevoerde witlof te wijzigen in 4 tot 6 °C. Voor een betere houdbaarheid is een verdere temperatuurverlaging echter wenselijk.

Lage temperatuurbederf ontstaat na bewaring van het geoogste lof bij circa 1 °C en is fysiologisch van aard. Binnenin de krop ontstaan ovaalronde, ingevallen en roodbruin verkleurde plekje's. Deze zijn sterk begrensd en komen voor op de buitenkant van de bladeren binnenin de krop. Aan de buitenkant is de krop gaaf, pas na het afpellen van de buitenste kropblaadjes wordt de aantasting zichtbaar. Het is mogelijk dat ook in dit geval fijne vertakkingen van melksapvaten, dicht aan de oppervlakte van het nerfgedeelte, knappen waarna door oxydatie van bestanddelen van het melksap de roodbruine kleur ontstaat.

Uit een eerste onderzoek bleek deze schade afhankelijk te zijn van de bewaartemperatuur en de bewaarduur. Het schadebeeld kwam vooral naar voren wanneer bij 0 tot 3 °C bewaarde witlof gedurende tenminste 3 dagen werd nabewaard bij 10 tot 15 °C. Er bleken verschillen in gevoeligheid tussen rassen en partijen wortels te bestaan. Uit praktijkonderzoek is gebleken dat het optreden van LTB bij witlof mogelijk veroorzaakt wordt door een te hoge K/Ca-verhouding (> 8) in de wortel.

In het onderzoek dat tot het veranderde koeladvies leidde werd echter ook gevonden dat niet altijd LTB optrad als witlof werd teruggekoeld tot temperaturen beneden 3 °C. Ook in de rassenproeven met witlof, waarbij de rassen zijn getoetst op gevoeligheid voor LTB werd geen of zeer weinig LTB aangetroffen. De verschillen bleven tot nu toe ook beperkt in het onderzoek waarbij via K-trappen en Ca-besputtingen werd getracht de K/Ca-verhouding in de wortels te beïnvloeden. Dankzij een waarneming op ROC-Zwaagdijk,

waarbij in een proef het geoogste lof van 1 herhaling een nacht in de schuur bleef staan en pas de morgen erop werd gekoeld, werd de aanwijzing verkregen dat de periode direct na de oogst tot het moment van inkoelen belangrijk kan zijn voor de mate van LTB aantasting. Op het PAGV is in juli 1992 een proef uitgevoerd om dit verschijnsel nader te bestuderen.

In dit onderzoek is het effect bestudeerd van de temperatuur van het witlof bij de oogst op het optreden van LTB. Tevens is getoetst of er verschillen zijn tussen witlof en roodlof rassen in aantasting door LTB. Verder is de invloed van de temperatuur en de tijd tussen de oogst van het witlof en het moment van de lage temperatuur behandeling bestudeerd.

In totaal zijn 5 rassen onderzocht: Carla en Lijn C (beide roodlof rassen), Rumba, Histerra en Rinof. Ieder ras is in de trekkerij in 3 bakken getoetst. De rassen zijn op 18 juni opgezet en geoogst op 16 juli (trekduur 28 dagen). De forceertemperatuur bedroeg gedurende de hele trek (behalve de laatste dag) 14 °C water en 12 °C lucht. Eén dag voor de oogst zijn 5 bakken, met hierin de 5 rassen in een koelcel gezet met een temperatuur van 8 °C. Tevens zijn 5 bakken met hierin 5 rassen in een cel gezet bij een temperatuur van 16 °C. De overige 5 bakken bleven in de trekcel staan bij 12 °C.

Het lof is op een middag geoogst (van 13.00 tot 16.00 uur). Van iedere trekbak zijn 10 poolbakjes witlof geoogst, met hierin 25 kropjes witlof (kwaliteit I en II). Direct na de oogst zijn de bakjes verdeeld over de behandelingen. De bakjes zijn afgedekt met een inlegvel en een plastic vel. De aangebrachte behandelingen zijn:

- A. 1 °C (5 dagen), hierna 15 °C (2 dagen).
- B. 6 °C (18 uur), hierna 1 °C (4 dagen), hierna 15 °C (2 dagen).
- C. 6 °C (42 uur), hierna 1 °C (4 dagen), hierna 15 °C (2 dagen).
- D. 6 °C (8 dagen).
- E. 12 °C (18 uur), hierna 1 °C (4 dagen), hierna 15 °C (2 dagen).
- F. 12 °C (42 uur), hierna 1 °C (4 dagen), hierna 15 °C (2 dagen).
- G. 18 °C (18 uur), hierna 1 °C (4 dagen), hierna 15 °C (2 dagen).
- H. 18 °C (42 uur), hierna 1 °C (4 dagen), hierna 15 °C (2 dagen).
- I. 24 °C (18 uur), hierna 1 °C (4 dagen), hierna 15 °C (2 dagen).
- K. 24 °C (42 uur), hierna 1 °C (4 dagen), hierna 15 °C (2 dagen).

Na deze bewaring zijn de kropjes onderzocht op de aanwezigheid van LTB.

Uit deze beoordeling is een index berekend die loopt van 0 (geen aantasting

door LTB) tot 100 (alle kropjes zwaar aangetast).

Uit de analyse van de resultaten blijkt dat de hoofeffecten (ras, loftemperatuur bij oogst en behandeling van het lof na de oogst) sterk significant zijn.

In tabel 4 worden de gemiddelden van de onderzochte rassen per behandeling na het oogsten weergegeven. Tussen de onderzochte rassen werden (grote) verschillen in gevoeligheid aangetoond. Histerra is onder alle behandelingen niet gevoelig. Rinof is zeer weinig gevoelig. Rumba en het roodlofras Carla zijn vrij weinig gevoelig. Het roodlofras Lijn C is zeer gevoelig. Tussen de behandelingen bestaan eveneens zeer grote verschillen. Heel duidelijk blijkt dat een continue bewaring van het lof bij 1 °C geen LTB geeft, mits het lof direct na de oogst gekoeld wordt (behandeling A). Als het lof na de oogst 18 of 42 uur bewaard wordt bij 6 °C en hierna de LTB behandeling (4 dagen 1 °C, gevolg door 2 dagen bij 15 °C) krijgt (objecten B en C) ontstaat eveneens geen LTB. Ook als het lof continu bij 6 °C bewaard wordt (object D) ontstaat geen LTB.

Object E en F kunnen voor gevoelige rassen problemen gaan geven. Bij deze objecten is het lof na de oogst resp. 18 en 42 uur bij 12 graden bewaard, waarna de LTB behandeling is gegeven. Vooral het gevoelige ras Lijn C geeft dan problemen.

De grootste problemen ontstaan echter bij behandeling G en H. Hierbij is het lof na de oogst resp. 18 en 42 uur bewaard bij 18 °C, waarna de LTB behandeling is toegepast. Rumba, Carla en Lijn C geven hier veel tot zeer veel problemen. Opvallend is verder dat een langere bewaring bij 18 °C (object H) het probleem weer wat lijkt te verminderen bij Lijn C. Bij de andere rassen maakt het geen verschil of de rassen 18 uur of 42 uur bewaard zijn.

Opvallend is verder dat bij behandeling I en K, waarbij het lof na de oogst resp. 18 en 42 uur bewaard is bij 24 °C minder LTB optreedt dan bij object G en H.

Tabel 4. LTB index per ras en per behandeling na de oogst  
(gemiddeld over de 3 voor-oogst behandelingen)  
PAGV-Lelystad, juli 1992.

Ras	A	B	C	D	E	F	G	H	I	K	gem
Histerra	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
Rinof	0	1	1	0	1	0	3	4	1	0	1
Rumba	0	1	0	4	3	3	8	12	5	3	4
Carla	0	1	1	0	6	3	11	13	3	5	4
Lijn C	1	0	1	0	8	5	40	22	12	10	10
gem	0	1	1	0	4	3	12	10	4	4	4

Verder neemt als het lof relatief "warm" geoogst wordt (16 °C) de gevoeligheid voor LTB toe. Ook blijkt dat de verschillen tussen de rassen groter worden als het lof "warm" geoogst wordt. Tussen een oogsttemperatuur van 8 en 12 graden kwamen geen verschillen voor.

Uit dit onderzoek blijkt dat het mogelijk is witlof zonder problemen met LTB terug te koelen tot 1 °C. Het is dan echter wel belangrijk het lof direct na het oogsten te koelen en niet enkele uren of een nacht in de oogst ruimte te laten staan. Voor een praktijktoepassing betekent dit dat witloftelers de beschikking moeten hebben over koelruimte en dat op de veiling het lof zo snel mogelijk gecontioneerd moet worden.

Ook bij een continue bewaring van het lof bij 1 °C treedt geen LTB op. Tussen rassen bestaan grote verschillen in gevoeligheid voor LTB. Het is tevens verstandig het lof vlak voor de oogst te koelen, zodat het lof al "koel" in het fust kan. Een temperatuur van het lof van 16 °C is in dit kader slechter dan 8 of 12 °C.

Opmerkelijk is dat zeer hoge temperaturen na de oogst (24 °C) minder problemen geven dan een temperatuur van 18 °C. Ook een langere bewaring bij 18 °C lijkt minder problemen te geven (42 uur versus 18 uur).

Verder onderzoek zal moeten uitwijzen hoe snel het lof na de oogst teruggekoeld moet worden. In dit onderzoek bleek dat 18 uur bewaring bij 18 graden de meeste problemen gaf. Onderzocht moet worden of ook een bewaarduur van enkele uren bij deze temperatuur al problemen geeft.

## 7. Discussie en conclusies

De behandelde fysiologische kwalen lijken allen, direkt of indirekt, te maken te hebben met een verstoring van de calciumhuishouding of calciumbalans in de verschillende delen van de krop, gepaard gaande met een verstoring in de waterbalans c.q. vochthuishouding van de wortels en het als gevolg hiervan knappen van grotere of fijnere vertakkingen van melksapvaten.

Door een juiste rassenkeuze, het tijdig oogsten van het lof of de juiste na-oogstbehandeling kan de omvang van het optreden van bovengenoemde kwalen sterk worden teruggedrongen. Dit neemt niet weg dat aanvullend, zowel praktijkgericht als fundamenteel, onderzoek gewenst is om na te gaan onder welke specifieke omstandigheden de fysiologische afwijkingen optreden. Te denken valt aan verder onderzoek naar de kalium- en stikstofvoeding tijdens de wortelteelt en trek in relatie tot de calciumopname en -transport. Een sterkere verlaging van de RV tijdens de trek tot 70 %, gecombineerd met de trektemperatuur en snelheid van forceren kan van invloed zijn. Tenslotte vormt de wijze van inkoelen van het lof na de oogst een object voor onderzoek.

## 8. Referenties

- Biesheuvel, A.R. en G. van Kruistum. Onderzoek naar lage temperatuurbederf bij witlof. Intern verslag PAGV, september 1992.
- Kornet, G.J., van Kruistum, G., van Saane, J., Natrot en Lage Temperatuurbederf bij witlof. Onderzoeksverslag in opdracht van het CBT, september 1986-januari 1987
- Kreijl, G. de. Calcium in de plant. PTOG-Naaldwijk, Intern Verslag nr. 26, april 1990.
- Leteinturier J. et al. L'Endive, guide pratique. Uitgave: CTIFL/FNPE, Parijs (1991), 4e editie, pp. 193-196.

- Limami A. and T. Lamaze. Calcium ( $^{45}\text{Ca}$ ) accumulation and transport in chicory (*Cichorium intybus* L.) root during bud development (forcing). Plant and Soil 138 (1991): 115-121.
  
- Outer, R.W. den. Internal browning of witloof chicory (*Cichorium intybus* L.). Journal of Hort. Science 64 (1989) 6, 697-704.
  
- Outer, R.W. den. Association of laticifer rupture with red discoloration of witloof chicory (*Cichorium Intybus* L.), 1991, in press.
  
- Reerink, J.A., 1992. Stikstof in wortel bepaalt kwaliteit lof. Groenten + Fruit/Vollegegrondsgroenten, 2-1, p. 8-10.
  
- Reerink, J.A., 1992. Onderzoek naar factoren en processen die de productie en kwaliteit van witlof beïnvloeden. Verslag van onderzoek (in voorbereiding). DLO-Centrum voor Agrobiologisch Onderzoek (CABO-DLO).
  
- Soorsma, H. De invloed van dompelen in een calciumchloride oplossing op het voorkomen van bruine pit. Verslag IKC-AT afd. agv te Lelystad, augustus 1991.
  
- Steenhuizen, J.W. Het nitraatgehalte van sla op voedingsfilm. 3. ammonium/nitraatverhoudingen, stikstofconcentraties en Ca-, K- en Mg-verhoudingen van de voedingsoplossing; invloed op het optreden van rand. Rapport 16-85, IB-Haren 1985.





# INVLOED WORTELSORTERING OP LOFOPBRENGST EN KwalITEIT.

Het sorteren van wortels heeft als voordeel dat overtollige grond, bladresten en te fijne wortels kunnen worden afgevoerd en dus niet mee bewaard worden. De gesorteerde wortels zijn sneller te verwerken bij het opzetten en kunnen eventueel apart getrokken worden. Het sorteren van wortels biedt de mogelijkheid tijdens de oogst sneller te werken daar het lof uniformer is.

## Apart opzetten van sorteringen witlofwortels (Onderzoek ROC-Zwaagdijk)

In het onderzoek is nagegaan wat de invloed is van apart per sortering opzetten van witlofwortels in vergelijking met ongesorteerd opzetten op de kwaliteit en opbrengst van het lof. Bij ongesorteerd opzetten komen eigenlijk dezelfde sorteringen doorelkaar in een bak, waarbij de aantallen per sortering worden bepaald door de verhouding waarin de maten in een ongesorteerde partij voorkomen.

Tabel 1. Wortelsorteringen, benodigde trekruimte en gemiddeld wortelgewicht.

object	wortels/m <sup>2</sup>	gemiddeld wortelgewicht
>2,5	550	161
>3,25	470	196
>3,75	450	219
>4,5	330-370	271-272
2,5-3,25	760-850	80-103
2,5-3,75	640	139
3,25-3,75	650	143
3,25-4,5	490	188
3,75-4,5	510	190

Tabel 2. Opbrengsten van gesorteerde of ongesorteerde wortels, gemiddeld over de betreffende sorteringen.

object	Lofopbrengst			
	per 100 wortels		per trekbak	
	kwal I	totaal	kwal I	totaal
>2,5 door elkaar	14,9	15,7	76,0	80,0
idem gesorteerd	15,8	16,6	70,0	74,2
>3,25 door elkaar	17,6	18,0	82,7	84,6
idem gesorteerd	19,7	20,4	72,7	75,4
2,5-3,75 door elkaar	11,7	13,0	69,0	76,7
idem gesorteerd	10,4	12,3	66,2	79,0
>3,75 door elkaar	15,5	17,2	65,1	72,2
idem gesorteerd	15,6	17,9	63,0	71,3

Tabel 3. Opbrengsten van gesorteerde of ongesorteerde wortels, gewogen naar de mate waarin de betreffende sortering in de partij voorkomt.

object	Lofopbrengst per 100 wortels	
	kwal I	totaal
>2,5 door elkaar	14,9	15,7
idem gesorteerd	15,8	16,6
	106	106
>3,25 door elkaar	17,6	18,0
idem gesorteerd	19,7	20,4
	112	113
2,5-3,75 door elkaar	11,7	13,0
idem gesorteerd	13,0	14,1
	111	108
>3,75 door elkaar	15,5	17,2
idem gesorteerd	15,6	17,9
	100	101

- Door uniforme groeiomstandigheden geeft apart per sortering opzetten een hogere opbrengst en ook een betere en vooral uniformere kwaliteit.
- Een positief effect op de opbrengst komt vooral naar voren wanneer de opbrengst van een partij wortels in zijn geheel bekeken wordt. Het voordeel zit voornamelijk in een betere benutting van de "goede sorteringen". Per trekbak gerekend komt de positieve invloed op de opbrengst namelijk niet naar voren. Uiteraard blijft het kwaliteits voordeel dan wel gehandhaeft.
- Het sorteren van wortels levert meer voordeel naarmate de verschillen in sortering binnen een partij hoger worden.

#### Apart bewaren van sorteringen witlofwortels (Onderzoek ROC-Westmaas)

In dit onderzoek is voor een aantal wortelsorteringen de invloed van de trekperiode c.q. bewaarduur op de lofproductie en de kwaliteit van het lof nagegaan. Het kwaliteitsgebrek bruine pit kreeg hierbij bijzondere aandacht. Hiervoor werd het effect van bespuiting met CaCl over de trekbak vlak na opzetten (50 mg trekbak in 2 liter water) in de proef meegenomen.

Tabel 1. Worteldiameters en andere kenmerken van de onderzochte sorteringen.

object	wortelsor- tering (cm)	wortels per m <sup>2</sup>	wortels per bak	gemiddeld wor- telgewicht (gram)
S1	2,5-3,25	480	450	120
S2	3,25-4,5	320	300	195
S3	>4,5	215	200	320

Tabel 2. Opbrengsten, percentage kwaliteit I en % bruine pit per trekperiode per trekperiode en sortering (1989-1991).

	december			februari			juni			LSD ( $\alpha=0,05$ )
	s1	s2	s3	s1	s2	s3	s1	s2	s3	
opbrengst I	8,8	13,2	14,4	7,6	12,5	13,1	5,8	6,4	4,3	2,0
opb. totaal	12,2	16,9	22,4	10,8	16,3	20,8	8,9	11,6	12,7	1,6
% kwal-I	72	78	64	70	74	59	63	54	32	8
% bruine pit	7	23	38	20	43	55	22	29	32	6

Tabel 3. Percentages bruine pit, kwaliteit I, pitlengte, kort lof, opbrengsten en trekduur (1989-1991).

sortering	CaCl	bruine pit (%)	opb I (kg/- 100w)	%I	opbrengst totaal (kg/100w)	%pitl	%kort lof	trek- duur (dag)
2,5-3,25	-CaCl	16	7,1	67	10,5	50	55	22,3
	+CaCl	14	7,6	70	10,8	52	49	22,8
3,25-4,5	-CaCl	32	10,3	67	14,8	46	39	22,5
	+CaCl	22	11,0	71	15,2	49	36	22,3
>4,5	-CaCl	42	10,1	50	18,0	44	30	22,6
	+CaCl	30	11,0	53	19,3	45	21	22,6

- Bij vergelijking van de proeven in Zwaagdijk en Westmaas blijkt dat het aantal wortels in een trekbak sterk afhangt van de manier van opzetten.
- Alle sorteringen lieten zich met het beste resultaat in december trekken. Na december werden de trekresultaten van alle sorteringen minder. Naarmate de sortering grover is nemen de trekresultaten echter sneller af wanneer langer bewaard wordt. De lofopbrengst en kwaliteit bleven stabiel bij een fijnere sortering.
- Naarmate de sortering grover is, is deze gevoeliger voor bruine pit. Na de trek in februari nam de gevoeligheid van de maat 3,25-4,5 en >4,5 af. De gevoeligheid voor bruine pit bleef bij de sortering 2,5-3,25 echter over de gehele trekperiode toenemen.
- CaCl gespoten over de trekbak reduceerde het percentage bruine pit aanzienlijk, maar toch in onvoldoende mate.  
De opbrengst en kwaliteit werd door CaCl op deze manier toegepast niet negatief beïnvloed. Er werd zelfs een licht positieve invloed geconstateerd.
- Door CaCl bleef het lof iets korter, waardoor de pitlengte relatief toenam. De trekduur werd door CaCl nauwelijks beïnvloed.

H.P. Versluis  
ROC-Westmaas



# BEOORDELING RASSENSORTIMENT OP KWALITEIT EN HOUDBAARHEID

Ing. A.R. Biesheuvel - PAGV

## 1. Rassenenquête

In Nederland wordt in 1992 volgens cijfers van de CBS-meitelling 4854 ha witlof geteeld. Uit een PAGV-enquête onder witloftelers die zijn aangesloten bij de NTS blijkt dat de telers bij hun rassenkeuze sterk rekening houden met de geschiktheid van de rassen voor hun specifieke trekperiode. Tabel 1 geeft een overzicht van de resultaten van de enquête.

Tabel 1. % van het areaal per ras per (oogst)maand 1992/93 in Nederland. PAGV-enquête, oktober 1992.

ras	aug '92	sep '92	okt '92	nov '92	dec '92	jan '93	feb '93	mrt '93	apr '93	mei '93	jun '93	jul '93	aug '93	sep '93	okt '93	totaal %
Rinof	0	0	0	0	0	4	15	40	66	82	89	92	97	96	97	45
Turbo	12	20	33	45	38	12	3	2	0	0	0	0	0	0	0	12
Magnum	31	42	35	28	26	10	0	0	2	2	0	1	1	2	0	10
Salsa	0	0	0	0	0	15	32	31	15	7	2	1	0	0	0	9
Focus	0	1	0	5	17	25	14	2	1	0	0	0	0	0	0	5
Final	0	0	0	0	0	1	3	12	11	7	7	2	0	0	0	4
Rumba	0	0	0	0	3	12	13	4	0	0	0	0	0	0	0	3
Daliva	0	0	0	0	2	13	15	5	0	0	0	0	0	0	0	3
Bea	0	12	14	16	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Flash	35	13	10	4	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Pax	0	0	0	0	0	2	3	3	4	2	0	0	0	0	0	1
Faro	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	2	3	2	2	3	1
Monitor	23	10	7	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Jaz	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Samba	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Carla	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
% areaal	0	3	7	9	9	8	8	9	9	8	8	7	7	5	1	100
100-...ha	4	46	109	137	140	130	125	142	140	132	127	115	110	85	15	1558

In de vroege trek bepalen Turbo en Magnum en in mindere mate Bea en Flash het beeld. In de middenvroeg trek wordt een groot aantal rassen gebruikt die alle een klein deel van de markt hebben. In de late trek wordt vooral Rinof gebruikt.

## 2. Rassenadvies

Deze gegevens van de arealen per ras komen goed overeen met de officiële rassenaanbeveling dat ieder jaar geformuleerd wordt door de commissie voor de samenstelling van de Rassenlijst voor Groentegewassen. Deze baseert zich op het advies van het PAGV die, daarin bijgestaan door de beoordelingscommissie witlof, de proeven op een groot aantal lokaties uitvoert en beoordeelt. Het onderzoek duurt twee jaar. De beste rassen uit het eerste proefjaar worden in het voortgezet onderzoek op grotere schaal beproefd. In het advies wordt door middel van de rubricering aangegeven hoe goed een ras voldoet voor de betreffende periode (Tabel 2). Voor zowel de vroege als de late trek wordt het advies door de telers goed gevolgd. Respectievelijk 97 % en 96 % van het areaal bestaat uit aanbevolen rassen. In de middenvroeg trek wordt slechts 47 % van het areaal ingenomen door rassenlijst rassen.

Tabel 2. Aanbevolen rassen per trekperiode.

Ras	firma	vroeg	midden vroeg	laat
Flash	INRA	B	-	-
Bea	INRA	A	-	-
Magnum	Hoquet	A	-	-
Turbo	INRA	A	-	-
Focus	Nunhem	N	-	-
Monitor	Bejo	vg	-	-
Daliva	Nunhem	-	O	-
Rumba	Clause	-	O	-
Salsa	Clause	-	N	N
Nun 6164	Nunhem	-	vg	vg
Rinof	Nunhem	-	-	B
Final	Hoquet	-	-	N

A - Algemeen aanbevolen ras

B - Beperkt aanbevolen ras

O - Ras van geringe betekenis

N - Nieuw ras, dat beproevenswaardig is

vg - Ras dat in het voortgezet onderzoek is opgenomen.

In het onderzoek worden eigenschappen als wortel- en lofproduktie, uitwendige kwaliteit, inwendige kwaliteit en houdbaarheid vastgelegd. Tussen rassen komen grote verschillen voor. De beste rassen worden aanbevolen. Ook tussen de aanbevolen rassen komen verschillen voor (tabel 3). Deze verschillen zijn belangrijk voor de uiteindelijke rassenkeuze. Niet aanbevolen

rassen kunnen ook geteeld worden, maar leveren grotere risico's op ten aanzien van de teelt of afzet. Dit blijkt duidelijk in de middenvroeg trek, waar een aantal telers toch risico's neemt met rassen met grotere gevoeligheid voor bruine pit of roodverkleuring.

**Tabel 3 Raseigenschappen witlof (onderzoek t/m oktober 1992). Voor een volledig overzicht zie de 36e Rassenlijst Vollegrondsgroenten 1991.**

trek periode	ras	produktie (rel)	% kwal I	slui- ting	relatieve pitlengte	bruine pitten (%)	<u>houdbaarheid</u>	
							bruin rand	rood (%)
vroeg	Flash	94	65	5.5	37	12	6.9	21
	Bea	89	69	5.9	34	12	7.4	30
	Magnum	96	66	5.7	35	14	7.6	24
	Turbo	96	65	5.5	35	14	7.6	26
	Focus	125	75	6.3	38	14	6.2	30
midden	Daliva	92	84	6.1	51	8	6.0	2
vroeg	Rumba	103	78	5.6	48	18	7.1	12
	Salsa	105	84	6.0	51	10	7.2	7
laat	Salsa	110	77	5.5	54	12	8.1	4
	Rinof	97	75	6.3	51	9	6.2	30
	Final	93	79	7.2	54	15	6.5	31

sluiting en bruinrand: 1 = slecht; 9 = goed  
hoge percentages bruine pitten en rood zijn ongewenst.

### 3. Kwaliteitsproblemen.

#### 3.1. vroege trek

In de vroege trek verschilt de rassenkeuze in Nederland niet veel van die van de producenten in het buitenland. Op de exportmarkten doet het Nederlandse witlof niet onder voor witlof van onze buitenlandse collega's. Wel blijft de roodverkleuring, vooral in het eerste deel van de vroege trek een probleem. Incidenteel vormt natrot een probleem.

#### 3.2. middenvroeg trek

De problemen spitsen zich vooral toe in de middenvroeg trek. Door de grote export naar Duitsland dienen rassen te worden geteeld die in deze periode niet gevoelig zijn voor bruine pit. Vroege rassen zijn dan te gevoelig voor bruine pit, maar zijn wel produktief en hebben een goede houdbaarheid en een korte pit. De aanbevolen rassen zijn vrij goed tot goed produktief, maar hebben problemen met de houdbaarheid. Daliva is gevoelig voor bruinrand, maar slechts zeer weinig gevoelig voor roodverkleuring. Rumba, maar

vooral Salsa, zijn vrij goed houdbaar. Rumba heeft een matige sluiting en vorm. Salsa heeft een dakpansgewijze sluiting en een matige vorm. De late rassen Rinof en Final zijn vooral in deze periode erg gevoelig voor roodverkleuring in de naoogstfase en blijven ook in produktie achter bij de aanbevolen rassen.

### 3.3. late trek

In de late trek is de rassenkeus voor de praktijk zeer beperkt. Uitbreiding van het sortiment is dringend gewenst. Het is daarom een goede zaak dat onlangs het nieuwe ras Salsa is aanbevolen. Dit ras zal vooral in het begin van de late trek goede kansen hebben. Voor de zeer late trek (zomertrek) zijn de problemen met de roodverkleuring in de naoogstfase minder groot en kan Rinof met de nieuwkomer Final goed geteeld worden.

## 4. Discussie en conclusies

De problemen met de kwaliteit van witlof op consumentenniveau spitsen zich de laatste jaren vooral toe op de matige houdbaarheid. In dit kader spelen bruinrand en (inwendige) roodverkleuring een belangrijke rol. Ook losgroei en van het lof, lof met een lange pit of met een minder goede sluiting is incidenteel van belang. De uitwendige kwaliteit van het lof is op consumentenniveau vaak ook matig. Er is behoefte aan rassen met een hoger percentage kwaliteit I lof, een betere vorm en sluiting en een nog grotere uniformiteit. De inwendige kwaliteit is eveneens voor sterke verbetering vatbaar. Rassen met een te lange pit, een bruin verkleurde pit of een holle pit zijn ongewenst. De smaak van de witlof wordt op dit moment in het onderzoek niet beoordeeld, doch kan wel van belang zijn. Smaken verschillen. "Oude" consumenten geven wellicht de voorkeur aan meer bitter lof. "Nieuwe" consumenten willen graag wat zoeter lof.

Bij de rassenkeus moet de rentabiliteit op kortere en langere termijn voorop staan. Voor Nederland als totaal moet er een groot quotum witlof zijn van topkwaliteit voor de export. De rassenkeus is niet eenvoudig. Kiezen voor produktieve rassen die gevoelig zijn voor bruine pit betekent dat de belangrijke export naar Duitsland in gevaar komt. Rassen telen die iets minder produktief zijn, maar een slechtere houdbaarheid hebben, betekent een verminderde rentabiliteit voor de teler en op lange termijn verlies van export naar landen die geen eisen stellen aan de kleur van de pit.

Voor een verbetering van de kwaliteit op consumentenniveau kan integrale keten beheersing de basis zijn voor verdere verbetering. Goede onderlinge afstemming tussen de schakels van de produktiekolom is daarbij een voorwaarde.



Vooraf de zaadbedrijven zullen de genetische basis van nieuwe rassen zodanig moeten maken dat een goede houdbaarheid en kwaliteit onder een groot aantal verschillende omstandigheden bereikt wordt. Produktie is belangrijk, maar voor exportlof moet de houdbaarheid en de inwendige kwaliteit prioriteit krijgen.

Ook de telers zullen zich meer dan tot nu toe moeten richten op de produktie van witlof met een goede houdbaarheid en inwendige kwaliteit. Een doordachte rassenkeuze en kennis van teeltmaatregelen om de houdbaarheid te verbeteren moeten de genetische tekortkomingen van rassen verminderen of positieve eigenschappen ten volle uitbuiten.

De veiling en de handel zullen ook de nodige inspanningen moeten verrichten voor een goede contionering van de witlof in het handelskanaal en vooral de handel moet bereid zijn voor kwalitatief goed witlof een hogere prijs te betalen.

Voor het cultuur- en gebruikswaarde onderzoek blijft het belangrijk om op alle facetten te letten die met de rassenkeuze samenhangen en die de gebruikswaarde van het produkt voor de volgende schakels in de produktiekolom bepalen.



## BEHEERSING VAN *PHYTOPHTHORA* BIJ DE WITLOFTREK.

Angela Jansen, CBT-Zoetermeer (gedetacheerd op het PAGV)

Gijs van Kruistum, PAGV-Lelystad

### Schade door *Phytophthora cryptogea*

De laatste jaren komen in de praktijk flinke problemen voor als gevolg van aantasting tijdens de trek van witlof door de schimmel *Phytophthora cryptogea*.

Een infectie van *Phytophthora* vindt op het veld plaats via zoösporen, die na kieming met myceliumdraden via dunne haarwortels de wortel in groeien. In gerooide partijen wortels is een aantasting door de schimmel niet waarneembaar. Tijdens de trek kunnen echter duidelijke symptomen optreden en vindt soms een massale aantasting plaats. Bij de trek in een recirculerende voedingsoplossing verloopt de verspreiding en infectie van de schimmel snel middels zoösporen. De wortels verkleuren bruin wat leidt tot een achterblijvende kropvorming, doordat de opname van water en mineralen wordt belemmerd.

Op het PAGV te Lelystad wordt aanvullend onderzoek uitgevoerd, gefinancierd via een extra opcentenheffing van het Landbouwschap bij de witloftrekkers, met als doel de bestrijding van *Phytophthora* en van bacterieziekten bij de trek van witlof op water. In dit artikel wordt ingegaan op het onderzoek dat gericht is op alternatieve bestrijdingsmethoden van *Phytophthora* en op ontsmetting van de trekinstallatie na een trek met *Phytophthora*-aantasting.

### Ontsmetting van de trekinstallatie

Na een trek met *Phytophthora*-aantasting moet de trekinstallatie goed schoon worden gemaakt en ontsmet. Uit eerder onderzoek is gebleken dat een temperatuurbehandeling afdoende is om de trekinstallatie te ontsmetten. Ook salpeterzuur was bij 1 % effectief na een behandelingsduur van 24 uur. De werking van chloor (hypochloriet) viel tegen en was niet afdoende. In tabel 1 staan de resultaten weergegeven van de temperatuurbehandeling.

Tabel 1: Groeibepaling van *Phytophthora cryptogea* na behandeling bij verschillende temperaturen van met sporangiën overgroeide hennepzaden. + = geen afdoding - = wel afdoding en ng = niet getoetst; PAGV-Lelystad, mei 1991.

Temperatuur	Behandelingsduur			
	1 minuut	15 minuten	30 minuten	60 minuten
30 °C	ng	+	+	+
40 °C	ng	+	+/-	+/-
50 °C	-	-	-	-
60 °C	-	ng	ng	ng

Een behandeling gedurende 1 minuut bij 50 °C is reeds effectief om de schimmel te doden.

In de eerste proef met chloor werd de pH van de oplossing niet gecorrigeerd. In de praktijk wordt geadviseerd om aan te zuren tot een pH van 5,5. Zonder aanzuring is het chloor sterk basisch. Ook de methode van testen bleek invloed te hebben op het testresultaat. De overleving van de schimmel werd getest op de zoösporangïën (vruchtlichamen waarin zoösporen worden gevormd) van de schimmel. Voor het verkrijgen van de zoösporangïën wordt hennepzaad, dat droog is gesteriliseerd, op agarmedium gelegd om te laten overgroeien door *Phytophthora cryptogea*. Na 1 week bij 20 °C worden de hennepzaden met mycelium (schimmeldraden) in water met grondextract gelegd waarin na ca. 1 week zoösporangïën in overvloed aanwezig zijn. De sporangiën worden met het hennepzaad in het te testen middel gebracht. Het hennepzaad bleek echter een bescherming te kunnen bieden aan de schimmel. In tabel 2 staan de resultaten weergegeven van het vervolgonderzoek waarbij het effect van de pH op alleen sporangiën is weergegeven. Ter vergelijking is ook één object toegevoegd waarbij met sporangiën overgroeid hennepzaad is getoetst.

Tabel 2: Groeibepaling van *Phytophthora cryptogea* na behandeling van sporangiën en met sporangiën overgroeid hennepzaad met verschillende ontsmettingsmiddelen en aanpassing van de pH. + = geen afdoding - = wel afdoding ng = niet getoetst (in 4 herhalingen) PAGV-Lelystad, februari, 1992.

middel		Behandelingsduur (uur)			pH
		1	2	24	
chloor	0.1	+++	ng	ng	10.3
(g/l actief)	0.5	----	ng	ng	11.0
(hypochloriet)	1.0	----	ng	ng	11.5
	2.0	----	ng	ng	11.8
	0.001	++++	++++	----	5.5
	0.01	+++	++	----	5.5
	0.1	++	+	----	5.5
	0.5	----	ng	ng	5.5
	1.0	----	----	----	5.5
	2.0	----	ng	ng	5.5
met hennepzaad	2.0	++++	++++	----	5.5
salpeterzuur	0.125	+	++	----	1.6
(%)	0.25	----	++	----	1.4
	0.5	---	+	+	1.2
	1.0	----	----	----	0.9
Halamid	0.5	----	+	----	7.2
(g/l)	1.0	+	+	----	7.0
	2.0	----	----	----	7.0
	4.0	----	----	----	7.0

Het verschil tussen wel en niet aanzuren op afdoding is niet groot wanneer alleen sporangiën worden getoetst. Het effect van hennepzaad is echter wel groot. Met hennepzaad vindt er pas afdoding plaats bij 2 g/l actief chloor na 24 uur en zonder het hennepzaad reeds na 1 uur bij 0.5 g/l actief

chloor. Achterblijvend wortelmateriaal in de trekcelinstallatie kan wellicht eenzelfde effect veroorzaken op overleving van de schimmel! Ook de effectiviteit van salpeterzuur en Halamid was beter zonder het hennepzaad. Salpeterzuur van 1% en een behandelingsduur van 1 uur doodde de schimmel. Een behandelingsduur van 1 uur met 2 g per l Halamid was ook voldoende om de schimmel te doden.

### Toepassing van bestrijdingsmiddelen

Onderzoek door het PAGV leidde in 1985 tot toelating van het middel met de actieve stof fosethyl-Al (Aliette). Dit middel kon tot voor enkele jaren een aantasting van *Phytophthora* voorkomen. Echter op het moment is de werking van fosethyl-Al minder effectief. Een reden om te zoeken naar een alternatief.

In de afgelopen jaren zijn op het PAGV enkele andere middelen getest. Uit dit onderzoek is dimethomorph (niet toegelaten), naar voren gekomen als een effectief bestrijdingsmiddel tegen *Phytophthora cryptogea*. De resultaten van dit onderzoek zijn reeds eerder gepubliceerd.

Een ander middel dat getoetst is, is het middel Aldo op basis van waterstofperoxide (niet toegelaten). Waterstofperoxide breekt na korte tijd af tot water en zuurstof. Een groot voordeel hierbij is dat er geen residu achterblijft in het proceswater. In de praktijk wordt, met wisselend resultaat ook wel gebruik gemaakt van waterstofperoxide. Een rechtstreekse toetsing op *Phytophthora cryptogea* heeft echter nog niet plaatsgevonden.

Uit een eerste experiment bleek dat bij een hoge infectiedruk van *Phytophthora*, Aldo niet in staat was de uitbreiding van de aantasting te verminderen. Na ongeveer 1,5 week nam het verbruik van Aldo sterk toe en kon het middel een verslijming van het proceswater niet meer tegenhouden. Omdat de besmettingsdruk erg hoog was, ook vergeleken met de praktijk, is nogmaals een experiment uitgevoerd met een lagere besmettingsdruk. Normaal wordt voor de besmetting 10 door *Phytophthora* aangetaste stukken wortels in de onderste trekbak aangebracht. In een vervollexperiment werd op de eerste dag 1 stuk aangebracht, op de derde dag 2 en op de negende dag 4 stukken door *Phytophthora* aangetaste wortels.

Tijdens de trek is het middel Aldo iedere 4 uur toegediend aan het recirculerende proceswater. Gestart werd met het toedienen van 176 ml Aldo

per minuut op 220 l proceswater waarbij een piekbelasting van 120 ppm wordt behaald. Met Aldo-teststaafjes werd de hoeveelheid Aldo in het proceswater regelmatig gecontroleerd. Naarmate de tijd vorderde nam het verbruik van Aldo toe. Na 1 week is de doseringstijd van 1 minuut verhoogd naar 2 minuten en na 2 weken zelfs tot 3 minuten. Het doel was een piekbelasting van 120 ppm aan te houden waarbij uitgegaan wordt dat na 2 uur alle Aldo is afgebroken. In tabel 3 staan de resultaten vermeld.

Tabel 3: Lofopbrengst (geschat per object), % door *Phytophthora* spp. aangetaste wortels en de mate van aantasting van de wortels in % (geschat) na behandeling gedurende de trek met Aldo (niet toegelaten) en na kunstmatige besmetting met *Phytophthora cryptogea*. PAGV-Lelystad, mei 1992.

Behandelingen	Lofopbrengst in %	% aangetaste wortels	mate van aantasting per wortel (%)
Aldo besmet	40	83	40
onbehandeld besmet	28	97	40
controle onbesmet	100	0	0

De lagere besmettingsdruk zorgde toch nog voor bijna 100% aantasting van de verder onbehandelde witlof wortels. De 12% opbrengstverhoging in het object met Aldo ten opzichte van het onbehandelde besmette object, is gelijk aan het resultaat van in maart '92 uitgevoerde experiment, waar de totale opbrengst met 11% verhoogd werd. Er is een kleine reductie in aantasting van *Phytophthora* opgetreden door het gebruik van Aldo. Uitbreiding van een aantasting door *Phytophthora cryptogea* tijdens de trek, bij een besmettingsdruk waarbij zonder behandeling bijna 100% van de wortels worden aangetast, was ook in dit experiment niet te voorkomen met het middel Aldo.

## Conclusies en aanbevelingen

Na een trek met *Phytophthora*-aantasting is het uiterst belangrijk dat de trekbakken en de trekinstallatie goed worden schoon gemaakt. Er mogen geen wortelresten achterblijven. Pas dan kan een goede ontsmetting plaatsvinden. Achterblijvende wortelresten kunnen, evenals het hennepzaad in de proef, een bescherming bieden aan de schimmel.

De schimmel zelf kan reeds gedood worden met 0,5 g per l actief chloor (aanzuring is niet nodig), 2 g per l Halamid, 1% salpeterzuur en water verhit tot 50 °C. De behandelingsduur van 1 uur is voldoende. Bij verhitting is een effectieve verhitting van enkele minuten al voldoende. Uit milieu oogpunt verdient verhitting de voorkeur voor ontsmetting van de trekinstallatie.

Het middel Aldo op basis van waterstofperoxide (niet toegelaten) kan niet voorkomen dat de schimmel *Phytophthora cryptogea* zich uitbreidt en gezonde wortels aantast. Het gebruik van Aldo als bestrijdingsmiddel tegen *Phytophthora cryptogea* is dan ook geen bruikbaar alternatief. Wel is er een wat minder sterke daling van de opbrengst ten opzichte van de onbehandelde, besmette controle. In het experiment was in de eerste dagen een groeibevordering zichtbaar en kon de verslijming van het proceswater enkele dagen worden uitgesteld.



## **Samenvatting van het CABO-onderzoek aan witlof en aanbevelingen voor verder fundamenteel en praktijkgericht onderzoek.**

In 1988 is op het Centrum voor Agrobiologisch Onderzoek van het DLO (CABO-DLO) fundamenteel onderzoek gestart naar factoren en processen die de produktie en kwaliteit van witlof beïnvloeden. Dit onderzoek is voortgekomen uit de wens vanuit het praktijkonderzoek om een beter inzicht te verkrijgen in de achtergronden van de witloftrek. In het CABO-onderzoek zijn de basisprocessen van herverdeling van reservestoffen uit de wortel en de kropgroei tijdens het forceren van witlof bestudeerd. Het is hierbij van belang na te gaan welke factoren de verschillende processen beïnvloeden en in welke mate dat bepalend is voor de produktie en kwaliteit van de uiteindelijke krop.

Hieronder wordt een samenvatting van enkele resultaten van het onderzoek beschreven, gevolgd door aanbevelingen voor het praktijkonderzoek, alsmede aanbevelingen voor verder fundamenteel onderzoek.\*

De forceerresultaten zijn enerzijds afhankelijk van het uitgangsmateriaal, de wortel, en anderzijds van de forceercondities. In dit onderzoek is o.a. aandacht besteed aan de samenstelling van de wortel na rooien, de invloed van de duur van koude bewaring hierop, de duur van forceren, de temperatuur en de concentratie van de voedingsoplossing. Voor de experimenten zijn wortels van het ras 'Flash' gebruikt, die door het PAGV werden geteeld op verschillend met stikstof bemeste percelen en varieerden in stikstofgehalte van ca. 4 tot 11 mg/g drogestof. Na zowel een korte als een lange bewaarperiode werden geringe aantallen wortels, in verhouding tot het praktijkonderzoek, bij verschillende temperaturen en op verschillende voedingsoplossingen geforceerd. Gedurende een langere forceerperiode dan in de praktijk gebruikelijk, nl. 40 dagen, werd bij de op maat geselecteerde wortels individueel de kropontwikkeling gevolgd. Direct na rooien, na bewaring en op verschillende tijdstippen tijdens forceren werden monsters genomen van wortels, kroppen en voedingsoplossingen om het verloop van processen te kunnen volgen. Zo werden de omzetting van reservekoolhydraten en eiwitten in de wortel, het transport van suiker en aminozuren, de opname en mobilisatie van mineralen (stikstof, kalium en calcium), de totale afname van drogestof in de wortel en gelijktijdige toename van de krop, en uitwendig of inwendig zichtbare kwaliteitskenmerken bestudeerd.

Aangezien witlof tijdens forceren in het donker groeit is het, afgezien van de opname van mineralen uit de voedingsoplossing, volledig afhankelijk van de in de wortel aanwezige reservestoffen, zowel voor wat betreft de energievoorziening als voor bouwstoffen. De snelheid van de kropgroei blijkt dan ook sterk afhankelijk te zijn van de hoeveelheid voor transport beschikbare suikers. Hiervoor moet de in de wortel aanwezige inuline (opslagsuiker) worden afgebroken, wat plaatsvindt tijdens de koude bewaring en het forceren. Hoe langer de wortels worden bewaard, hoe meer inuline reeds voor forceren wordt afgebroken. Tijdens forceren wordt inuline sneller afgebroken naarmate de temperatuur hoger is, maar die afbraak blijft niet onbeperkt doorgaan. Het gevolg is dat de kropgroei door een lagere forceertemperatuur wordt vertraagd, maar na langer forceren uiteindelijk een vrijwel gelijke krop wordt geproduceerd. De grotere voorsprong in afbraak van inuline na een langere bewaring veroorzaakt een snellere groei tijdens forceren. Dit kan worden gecompenseerd door

---

\* De volledige samenvatting en aanbevelingen staan beschreven in:

Reerink, J.A., 1992, 'Onderzoek naar factoren en processen die de produktie en kwaliteit van witlof beïnvloeden - Samenvatting en aanbevelingen', verslag 169, CABO-DLO, Postbus 14, 6700 AA Wageningen, 16 pag.

bij een lagere temperatuur te forceren. Deze bewaarduur afhankelijke verlaging van de forceertemperatuur is echter niet voor alle wortels hetzelfde. Uit de resultaten blijkt bv. dat naarmate het stikstofgehalte van de wortel hoger is, de forceertemperatuur sterker verlaagd zou moeten worden met de bewaarduur.

Direct na rooien bevatten stikstofrijke wortels minder reservesuikers en ook minder transporteerbare suikers dan stikstofarme wortels. De afbraak tijdens de bewaring verloopt echter sneller, zodat de hoeveelheid voor transport beschikbare suikers na kort bewaren in alle wortels gelijk, en na lang bewaren in stikstofrijke wortels zelfs groter is.

De afbraak van eiwitten, de vorm waarin vrijwel alle stikstof in de wortel is opgeslagen, tot aminozuren verloopt wel met dezelfde snelheid in stikstofrijke en -arme wortels. Hierdoor zijn in stikstofrijke wortels altijd meer aminozuren voor transport beschikbaar, ongeacht de bewaarduur. De eiwit-, en dus de stikstofafname in de wortel tijdens forceren staat dan ook altijd in verhouding tot het stikstofgehalte van de wortel.

De gemobiliseerde suiker, aminozuren en mineralen worden naar de krop getransporteerd en vormen, na de nodige omzettingen aldaar, de kropdrogestof.

Komt de totale hoeveelheid drogestof die tijdens forceren uit de wortel verdwijnt nu ook allemaal in de krop terecht? Een deel van de suiker wordt verbruikt als brandstof voor de verschillende processen. Dit verlies is groter bij stikstofrijke dan bij -arme wortels. De efficiëntie van de drogestofredistributie, het gevormde kropgewicht per hoeveelheid afgenomen wortelgewicht, neemt sterk af met een toenemend stikstofgehalte van de wortel. Dit effect wordt nog sterker na een langere bewaring van de wortels, maar is onafhankelijk van de forceertemperatuur. Ondanks de grotere verliezen bij stikstofrijke wortels is er nog altijd een wat grotere drogestofvorming in de krop.

De verliezen betreffen alleen suiker en bovendien wordt bij stikstofrijke wortels nog een groter deel van de suiker die in de krop terecht komt daar omgezet in structureel materiaal. Zodoende is het suikergehalte van de krop lager bij stikstofrijke dan bij -arme wortels. Dit is echter niet het enige waarin de samenstelling van de kropdrogestof verschilt tussen stikstofrijke en -arme wortels. De hoeveelheid stikstof die in de vorm van aminozuren naar de krop wordt getransporteerd is veel groter in stikstofrijke wortels. Bij stikstofarme wortels wordt deze geringe stikstofredistributie slechts voor een beperkt deel gecompenseerd door een wat grotere opname van stikstof uit de voedingsoplossing. Naast deze verschillen in drogestofsamenstelling van de krop heeft bij stikstofrijke wortels de verse krop ook nog een lager drogestofgehalte dan bij stikstofarme wortels.

Niet alleen de samenstelling van de krop verschilt, maar ook de vorm en sommige inwendig zichtbare kwaliteitskenmerken. De mate waarin zogenaamde 'open krop' voorkomt, afgemeten aan de topdiameter van de krop, neemt toe met het stikstofgehalte van de wortel. Dit geldt zelfs wanneer het quotiënt van top- en middendiameter als maat wordt gehanteerd. Een langere koude bewaring of een hogere forceertemperatuur leiden tot een betere geslotenheid van de krop, zowel bij stikstofrijke als -arme wortels. De pitlengte neemt daarentegen t.o.v. de kroplengte juist sterk toe met zowel bewaarduur als forceertemperatuur, maar is na korte bewaring slechts weinig afhankelijk van het stikstofgehalte van de wortel. Na een lange bewaring is een tendens van toename met het stikstofgehalte waarneembaar. De pitgrootte, het oppervlak van de lengtedoorsnede, neemt veel duidelijker toe met het stikstofgehalte van de wortel, maar ook hier is de invloed van bewaarduur en forceertemperatuur sterker. Anders liggen deze relaties wanneer binnen in de pit wordt gekeken. Het aantal kropen waarin bruine pit voorkomt neemt sterk toe met het stikstofgehalte van de wortel. Bovendien neemt het oppervlak van de pit dat bruinverkleurd is ook toe met het stikstofgehalte, waarbij het meer een toename van het aantal plekken betreft dan van het oppervlak van de afzonderlijke

plekken. Een langere bewaring of hogere forceertemperatuur bevorderen de vorming van bruine pitplekken, maar vooral bij stikstofrijke wortels.

Teneinde de gevonden relaties van visuele kwaliteitskenmerken en kropproductie met het stikstofgehalte van de wortel in de praktijk te toetsen, zijn samen met het PAGV partijen 'Flash' wortels van een groot aantal witloftelers uit diverse delen van het land betrokken. De wortels zijn geanalyseerd op stikstofgehalte, en na een korte bewaring onder standaardcondities bij het PAGV geforceerd. Het eerste wat opviel was dat het stikstofgehalte, hoewel sterk variërend tussen de verschillende partijen, gemiddeld veel hoger lag dan van de wortels verkregen uit de teeltbestedings-proeven van het PAGV, nl. tussen de 8 en 14 mg/g drogestof. In dit experiment bleek niet zozeer de kropproductie, maar vooral de kwaliteit sterk te variëren. Bij de partijen wortels met de laagste stikstofgehalten was 50 tot 90% van de kroppen klasse I, terwijl dat bij de wortels met de hoogste stikstofgehalten tussen de 20 en 60% varieerde. Het verschil in kwaliteit kwam nog beter tot uitdrukking in het aandeel klasse III kroppen, nl. nooit meer dan 10% bij wortels met een laag stikstofgehalte en oplopend tot 25% bij wortels met een hoog stikstofgehalte. Dit bevestigt weliswaar dat het stikstofgehalte van de wortel een zeer belangrijke factor is voor de kwaliteit van witlof, maar dat er zeker nog andere factoren een rol spelen. Dit blijkt uit de grote spreiding in de resultaten van deze proef, ondanks het feit dat onder dezelfde omstandigheden is geforceerd.

Het is aan te bevelen zulke proeven met partijen wortels van telers in het praktijkonderzoek te herhalen. Er moet dan meer worden gericht op het identificeren van andere factoren die het forceerresultaat bepalen dan het stikstofgehalte van de wortel. Duidelijk is gebleken dat een hoger stikstofgehalte van de wortel tot op zekere hoogte wel een hogere kropopbrengst tot gevolg heeft maar dat de kwaliteit sterk afneemt, zodat hoge stikstofgehalten in de wortel vermeden moeten worden. In de door ons uitgevoerde experimenten met 'Flash' lag het optimale gehalte tussen de 6 en 9 mg N/g drogestof, maar het is aan te raden deze resultaten onder praktijkomstandigheden te verifiëren. Ook voor andere rassen moet vastgesteld worden waar het optimum ligt, dat niet noodzakelijkerwijs hetzelfde is als bij 'Flash'. Deze proeven zouden uitgevoerd moeten worden voordat eventuele invoering van stikstof- en koolhydraatanalyses in partijen wortels in de praktijk gestimuleerd wordt. Afgezien van de verschillen in visuele kwaliteit is de kropsamenstelling ook anders bij wortels die variëren in stikstofgehalte. Het is daarom aan te bevelen in een aantal tests na te gaan of en hoe eigenschappen als een laag suiker- en een hoog eiwitgehalte van de krop mede de smaak en houdbaarheid bepalen.

Aan de andere kant is het belangrijk nader fundamenteel onderzoek uit te voeren naar de directe relatie tussen samenstelling en visuele kwaliteitskenmerken van de krop. Zowel de kropsamenstelling als de visuele kwaliteit verschilt namelijk sterk met het stikstofgehalte van de wortel, maar ook met andere factoren als de wortelmaat en de forceeromstandigheden. In het CABO-onderzoek is bij de bestudering van de invloed van het uitgangsmateriaal op de forceerresultaten alleen de fysiologische toestand van de wortel betrokken. Daarentegen zijn bij het ingaan van de rustfase in de winter, d.w.z. de koude bewaring, de bladeren die tijdens forceren de krop moeten gaan vormen in principe al aangelegd. In hoeverre de karakteristieken van deze groeipunten, het meristeem, bepalend zijn voor de ontwikkelingsmogelijkheden van de krop (grootte, vorm, pitlengte en daarmee verband houdende kwaliteitskenmerken) is niet bekend en vereist nader onderzoek.

Tot zover zijn alleen de relaties tussen kropontwikkeling en stikstofgehalte van de wortel besproken. In het onderzoek heeft hierop ook de nadruk gelegen, maar er heeft daarnaast onderzoek plaatsgevonden naar de relatie met bv. de wortelmaat. Bovendien is op beperkte schaal onderzocht hoe de redistributie en opname van mineralen als nitraat, kalium en calcium

plaatsvindt tijdens forceren van grote en kleine wortels, die variëren in stikstofgehalte, op verschillende voedingsoplossingen. De redistributie van kalium en calcium uit de wortel verloopt zeer verschillend en varieert, evenals de opname, sterk tussen wortels met een hoog of een laag stikstofgehalte. In dit onderzoek is hoofdzakelijk de algehele concentratie van de voedingsoplossing gevarieerd en is weinig aandacht besteed aan de samenstelling ervan. Een grondige studie in een nieuw project zou zich moeten richten op de mogelijkheden om, gegeven het stikstofgehalte van de wortel, door een juiste combinatie van concentratie en tijdstip van toediening van de mineralen in de voedingsoplossing, eventueel variërend over de forceerperiode, negatieve kwaliteitskenmerken van de krop te minimaliseren.

Implementatie resultaten witlofonderzoek CABO-DLO in het praktijkonderzoek

Ir. P.H.M. Dekker en ir. G. van Kruistum, Afd. Teeltonderzoek Groenten, PAGV-Lelystad.

Toelichting: Deze notitie gaat in op de betekenis voor het praktijkonderzoek witlof van het door het CABO-DLO uitgevoerde witlofproject in de periode juni 1988-juni 1992. Het verdient aanbeveling eerst kennis te nemen van het samengevatte rapport van dit CABO-DLO onderzoeksproject (september 1992), getiteld: "Onderzoek naar factoren en processen die de produktie en kwaliteit van witlof beïnvloeden; Samenvatting en aanbevelingen".

## 1. Voorgeschiedenis en motivatie

Ruim twintig jaar geleden werd begonnen met de hydrocultuur van witlof; de produktie van kroppen in lichtdichte klimaatcellen met op een circulerende voedingsoplossing geplaatste wortels. Aanvankelijk werd de cultuur uitgevoerd op leidingwater en vervolgens op een calciumnitraat-oplossing. Daarna werd een Hoagland-type voedingsoplossing gebruikt, bestaande uit calciumnitraat en Nutriflora-t.

In de afgelopen decennia zijn met het gebruik van nieuwe rassen en produktieverhogende forceertechnieken ook een aantal problemen gerezen die te maken hebben met een grote variatie in de forceerresultaten, zowel voor wat betreft de produktie als de kwaliteit.

Vanuit het praktijkonderzoek bestond hierdoor behoefte aan betere fundamentele kennis omtrent de processen en factoren die een rol spelen bij de kropontwikkeling en daardoor bepalend kunnen zijn voor de forceerresultaten.

## 2. Doelstelling

Als een eerste aanzet voor verder fundamenteel onderzoek zijn in 1983-1986 experimenten uitgevoerd door Vertregt (CABO-DLO) en Van Kruistum (PAGV), waarin is gekeken naar de invloed van het rooitijdstip op de fysiologische toestand van de wortel, waarbij vooral gelet werd op de verschillen in wortelmaat en koolhydraatsamenstelling.

Naar aanleiding hiervan is een CABO-project geformuleerd dat in 1988 gestart kon worden en werd medegefinancierd door het Landbouwschap, Productschap voor Groenten en Fruit en Centraal Bureau van de Tuinbouwveilingen. Dit onderzoek naar "Factoren en processen die de produktie en kwaliteit van witlof beïnvloeden" is gericht op het leggen van een basis voor de verbetering van de kwaliteit- en opbrengstzekerheid. Door nauwkeurige analyse van processen en factoren tijdens het forceren in relatie tot de benutting van de wortelreserves worden oorzaken van variatie in kropgroei vastgesteld. Aan de hand van de verkregen fundamentele kennis van processen die een rol spelen bij de groei van de krop, de relatie met de fysiologische eigenschappen van de wortel, en de invloed van factoren tijdens het forceren, kan een betere sturing van teelt en forceren worden bereikt. Een beter inzicht in het algemene verloop van de groeiprocessen en de afwijkingen die daarin kunnen optreden, moet dienen om het praktijkonderzoek naar de mogelijke aanpassing van teelt- en forceeromstandigheden te optimaliseren.

### 3. Betekenis resultaten CABO-DLO onderzoek voor het praktijkonderzoek

#### 3.1. De rol van het element stikstof

Mede voorgesteld door het PAGV is door het CABO-DLO de rol die het element stikstof in de kropgroei speelt nader onderzocht. Vanouds is in de brede praktijk reeds bekend dat teveel N tijdens de wortelteelt nadelig is voor de bewaarbaarheid en de kropkwaliteit (losse kroppen, gevoelig voor bacterierot, minder goed houdbaar). Opmerkelijk is echter dat er tot de start van dit project onvoldoende cijfers waren over het gehalte van N in de wortel en hoe dit in kwantitatief opzicht gevolgen kan hebben voor de bewaarbaarheid en de kropkwaliteit. Ook bij de ontwikkeling van de zogenoemde rijpheidsbepalingen in Frankrijk in de zeventiger jaren werd geen rekening gehouden met de invloed van het N-gehalte van de wortel! Inmiddels is uit het CABO-DLO onderzoek zonneklaar dat N sterk ingrijpt in de suikersamenstelling van de witlofwortel en de wijze waarop de suikers en eiwitten uit de wortel tijdens de trek naar de krop worden getransporteerd. Een toekomstige rijpheidsbepaling of beter gezegd een bepaling van de forceergeschiktheid, zal onder andere dus ook het stikstofgehalte van de wortels in aanmerking moeten nemen, alleen het droge stofgehalte meten is onvoldoende.

Inmiddels blijkt dat met deze achtergrondkennis het praktijkonderzoek, zowel op het PAGV als op de ROC's, beter richting kan worden gegeven.

#### 3.2. Samenstelling voeding tijdens de trek

Uit het CABO-DLO onderzoek is naar voren gekomen dat de bijdrage van stikstof uit de voedingsoplossing aan de stikstofvoorziening van de groeiende krop, bij stikstofrijke wortels slechts 5 tot 10 % bedraagt. De rest wordt direct van de wortel betrokken. Mede op grond hiervan is door het PAGV reeds voor de praktijk een nieuw schema opgesteld, waarbij de N-concentratie van de voedingsoplossing afhangt van het N-gehalte van de witlofwortel.

Tevens is naar voren gekomen dat relatief fijnere wortels van circa 4 cm diameter in lofproductie sterker worden beperkt door de beschikbaarheid van suikers dan door de beschikbaarheid van mineralen in de voedingsoplossing. Bij grovere wortels kan juist de beschikbaarheid van mineralen beperkend zijn. In de praktijk worden momenteel wortelpartijen steeds meer gesorteerd en apart opgezet. Voor de grovere partijen lijkt een meer uitgebalanceerde voedingsoplossing dus van groter belang. Dit dient in het praktijkonderzoek nader te worden uitgewerkt.

De kalium die in de krop wordt aangetroffen is voor het overgrote deel afkomstig uit de wortel. Toch wordt in de voedingsoplossing vrij veel K gedoseerd. De vraag rijst dan ook in hoeverre de K-concentratie in de voedingsoplossing niet kan worden verlaagd en ook moet afhangen van het K-gehalte in de wortel. Hierdoor zou de calciumopname ook positief kunnen worden beïnvloed waardoor houdbaarheidsproblemen (o.a. inwendig rood) kunnen verminderen. Aanpassing van de K-concentratie is reeds in het praktijkonderzoek opgenomen.

Verder (fundamenteel en praktijk)onderzoek is noodzakelijk om in relatie tot het N-gehalte van de wortel, de mineralen tijdens de trek op het juiste tijdstip in de gewenste concentratie te doseren om houdbaarheidsproblemen zoveel mogelijk te voorkomen. Daar de gewasverdamping ook de opname en transportsnelheid van mineralen beïnvloedt, moet ook de luchtvochtigheid en snelheid van de luchtbeweging in de trekcel in het onderzoek worden betrokken.

### 3.3. Ontwikkeling van een bewaar- en trekstrategie

Uit het CABO-DLO onderzoek komt naar voren dat het wenselijk is om stikstofrijkere wortels korter te bewaren en te forceren bij relatief lage temperaturen in een aangepaste voedingsoplossing (zie ook onder 3.2.). Tot nu toe bestaat er geen praktijkadvies hoe men, uitgaande van wortelpartijen op basis van de kennis van N-gehalte, suikersamenstelling en eventueel andere mineralen de bewaarcondities (temperatuur, duur) en forceeromstandigheden zodanig aanpast dat het beste resultaat wordt bereikt. Vanzelfsprekend is de eerste stap het telen van wortels met een beperkte N-inhoud (ca. 0,7 % N in de drogestof). De keuze van de grond voor de wortelteelt dient dan ook te worden gebaseerd op een meerjarig inzicht in de N-mineralisatie van het betrokken perceel. Tot nu toe blijkt uit praktijkbemonstering dat een aanzienlijk deel van de partijen witlofwortels een N-inhoud hebben hoger dan 1,0 %. In dit verband is het opmerkelijk dat in België een N-gehalte van 1,0 tot 1,1 % als optimaal geldt.

In de komende jaren zal in het praktijkonderzoek worden nagegaan hoe men, gegeven een aantal wortelpartijen en de samenstelling hiervan, deze partijen en het beste kan behandelen tijdens bewaring en trek. Voor dit onderzoek is inmiddels samenwerking gezocht met België en Frankrijk en is ook EG-financiering aangevraagd teneinde een stuk extra inzet te kunnen realiseren.

### 4. Conclusies

Het geheel van de resultaten van het CABO-DLO onderzoek overziend, kan worden geconcludeerd dat het inzicht in enkele belangrijke processen rond de kropvorming sterk is verbeterd. De rol van stikstof is hierbij gekwantificeerd hetgeen een noodzaak is om in verder praktijkonderzoek te komen tot daadwerkelijke aanbevelingen met betrekking tot het behandelen van partijen wortels tijdens bewaring en trek. De richting van dit praktijkonderzoek en de keuze van de objecten daarin is op grond van het CABO-DLO onderzoek duidelijker geworden.

Alle problemen zijn echter nog niet opgelost, het N-gehalte blijkt voor 50 tot 60 % verantwoordelijk te zijn voor de variatie in lofproductie en lofqualiteit. Andere factoren hebben ook invloed en zullen nader fundamenteel onderzoek vragen (zie "Samenvatting en Aanbevelingen"). Het is dan ook gewenst het CABO-DLO onderzoek te continueren om ook in de komende jaren een instroom te houden van resultaten die na verder praktijkonderzoek door de witlofsector kunnen worden opgepakt.

Lelystad, 2 september 1992.





# VERGELIJKING VAN DE PRODUKTIEKOSTEN IN NEDERLAND, BELGIË EN FRANKRIJK IN GULDENS PER KG WITLOF

De onderzoeksresultaten worden weergegeven in een overzicht van de produktiekosten van witlof in Nederland, België en Frankrijk, ingedeeld naar enkele belangrijke onderdelen. Benadrukt wordt dat het hier gaat om de produktiekosten van trek op water. Voor Nederland worden gegevens gepresenteerd van bedrijven met een productieomvang van 20 tot meer dan 100 ha (gemiddeld 31 ha), voor België van bedrijven met 7 tot 15 ha (gemiddeld 9,5 ha) en voor Frankrijk van de kleinere bedrijven (gemiddeld 6 ha), waarvoor forfaitaire waarden zijn berekend (kosten dpm berekend voor een trekareaal van 20 ha).

Tabel 1 Produktiekosten van witlof in Nederland, België en Frankrijk in centen per kg lof. Prijsniveau 1991, excl. BTW

Kosten- onderdeel	Nederland	België	Frankrijk
Arbeid trek	73	90	80
Pennen (incl arbeid)	-	54	39
Aankoop witlofpennen	56	10	-
Transport w.-pennen	7	-	3
Loonkoeling	26	-	-
Jaarkosten dpm:			
- koelcel	3		
- trekcel	9		
- overige dpm	15		
Totaal jaark. dpm	27	50	65
Energie - koelen	2	5	) )
- trek	4	4	
Overige materialen	5	-	6
Afzetkosten teler	26	13	52
Overige kosten	8	10	6
Totale kosten teler	234	236	258
Emballage koper	13	14	-
Kosten incl. emballage	247	250	258

De kosten per kg witlof (watertrek) zijn in Nederland iets lager dan in België en in Frankrijk. Omdat de kostprijs per kg lof in Nederland betrekking heeft op jaarrondproductie en in België en Frankrijk in de zomermaanden weinig witlof wordt geproduceerd, kan het kostprijsverschil in werkelijkheid voor Nederland gunstiger uitvallen. Hier staat tegenover dat de cijfers uit Frankrijk betrekking hebben op kleine trekbedrijven. Als gevolg van het schaafeffect zal de prijs op grotere bedrijven lager uitkomen. Hierover ontbreken echter de gegevens.

De arbeidskosten per kg lof zijn in Nederland lager dan in België en Frankrijk. De lage(re) lonen in België en Frankrijk gaan gepaard met een lagere arbeidsproductiviteit dan in Nederland (tabel 2).

Tabel 2 Arbeidsgegevens van de witlofproductie in Nederland, België en Frankrijk in uren per ha, alsmede de gemiddelde beloning in guldens per uur (1991)

Omschrijving	Nederland	België	Frankrijk
<u>Wortelteelt</u>			
Uren per ha	52,2	156,6	97
Gem. beloning per uur	30,-	20,74	19,17
<u>Witloftrek</u>			
Uren per ha	502	906,3	799
Gem. beloning per uur	23,55	14,82	17,25

Uit deze cijfers blijkt dat hogere beloning per uur samen gaat met een lager aantal benodigde uren. De ondernemers in de witlofteelt reageren op de prijs van de produktiefactor arbeid: Naarmate de produktiefactor relatief duurder wordt, gaat men er efficiënter mee om.

De kosten van de witlofpennen verschillen niet veel tussen België en Nederland. Dit is een relatief gunstig onderdeel van de Franse kostprijs.

De jaarkosten op de duurzame produktiemiddelen zijn in Nederland lager dan in de beide andere landen. Dit wordt mede verklaard uit het feit dat in de berekening voor Nederland de witlofpennen voor 100% worden aangekocht en voor 75% bij derden gekoeld. In België wordt maar ongeveer 20% van de witlofpennen aangekocht en voor Frankrijk is uitgegaan van volledige eigen teelt.

De afzetkosten, volgens de gemiddeld opgegeven kosten van de FNPE, zijn in Frankrijk het hoogst. Dit valt samen met het hoogste percentage verkoop buiten de veiling om. Mogelijk bestaat er tussen beide gegevens een verband.

Het is van belang te weten wat de kwaliteit van het geproduceerde lof in de drie landen is, kwaliteit en prijs zijn immers meestal nauw verbonden (tabel 3).

Tabel 3 Productie van witlof in Nederland, België en Frankrijk in kg lof per m<sup>2</sup> / per ha, alsmede het percentage kwaliteitsklasse I

Kengetal	Nederland	België	Frankrijk
Kg lof per m <sup>2</sup>	50	58 <sup>1)</sup>	.
Kg lof per ha	16.100	15.300	17.200
% Klasse I	75	80 <sup>2)</sup>	91,5 <sup>3)</sup>

1) Betreft gegevens uit West-Vlaanderen

2) Voor Brabant is dit gegeven bekend, voor West-Vlaanderen geschat uit het totaal-percentages klassen I en II te weten 94,2% (in Brabant bedraagt klasse I en II samen 94,1%).

3) Bron: SNM Lille, 1991/1992

De produktie per ha is in Frankrijk 7% hoger dan in Nederland en in België 5% lager. Van Frankrijk is de produktie per m<sup>2</sup> onbekend. België (West-Vlaanderen) komt tot een hogere kg-produktie per m<sup>2</sup> maar dit kan samenhangen met de grotere inzet

aan arbeid, die gepaard gaat aan het mede opzetten van witlofpennen met een kleine diameter. De hoge produktie in Frankrijk per ha hangt samen met de trekperiode, die daar meestal loopt van september tot mei.

Het aandeel kwaliteitsklasse I is zowel voor Nederland als België hoog te noemen. Dat dit cijfer voor Frankrijk zo hoog is, hangt mede samen met de rassenkeuze. In Frankrijk worden meer rassen geteeld die gevoelig zijn voor 'bruine pit', die echter wel een mooie glanzende krop geven. Het exportaandeel in Frankrijk is erg laag. Voor seizoen 1990/91 zijn de volgende exportpercentages bekend (CBT, 1992): Nederland 47%, België 31% en Frankrijk 5%.

## SLOTBESCHOUWING EN CONCLUSIES

Bij het beschouwen van de resultaten van dit onderzoek moet men zich terdege beseffen dat het hier gaat om kostprijzen op bedrijfsniveau. Een aantal kostenposten wordt hierna besproken, waarbij de positie van de Nederlandse producenten ten opzichte van die in België en Frankrijk wordt beschouwd.

### ARBEID

Qua prijs van de arbeidskosten per uur, bevindt Nederland zich in een ongunstige positie. Dit onderzoek toont echter aan dat door de efficiënte arbeidsorganisatie in Nederland, de kosten van de arbeid per kg witlof lager liggen dan in België en Frankrijk. Momenteel is dit een sterk punt voor Nederland. Anderzijds kan worden gesteld dat België en Frankrijk mogelijkheden tot verlaging van hun kostprijs hebben door een verbetering in hun arbeidsorganisatie. Als kanttekening hierbij geldt dat het aantrekken van mensen tegen zo lage lonen in de toekomst moeilijker lijkt te worden.

### DUURZAME PRODUKTIEMIDDELEN

De bedrijven in Nederland hebben een modern, goed uitgerust productieapparaat ter beschikking. Nederland heeft hiermee een voorsprong op België en Frankrijk. De Nederlandse producenten zijn hiermee in staat witlof het jaar rond aan te bieden en hun afnemers leveringsgarantie te verstrekken. Hun goed geoutilleerde productieapparaat zal hen daarbij in staat stellen continu een goed produkt te leveren. De hoge kosten van arbeid per uur hebben de Nederlandse witloftrekker gedwongen efficiënt met de arbeid om te gaan. De hogere kosten voor duurzame produktiemiddelen, die hiermee samengaan, zijn gedrukt door de grotere schaal van produktie en het jaarrond trekken.

### WITLOFPENNEN

Per kg lof zijn de kosten van witlofpennen in Frankrijk het laagst. Toch neemt het contracteren van de wortelteelt van Nederlandse witloftrekkers in Frankrijk eerder af dan toe. Naast de hoge vervoerskosten speelt hier de beperking van regelmatig toezicht op de groei van de witlofpennen, als gevolg van de afstand, een rol.

Tussen Nederland en België komt maar een klein verschil voor in kosten van de witlofpennen per kg lof, terwijl het grote aandeel eigen geteelde wortels (80%) daarvoor aanleiding zou kunnen geven. In Brabant (België) wordt dit vooral veroorzaakt door het grote aantal uren dat nodig is voor dunnen en andere seizoenswerkzaamheden.

### KOSTPRIJS

De gemiddelde kostprijs vertoont niet veel verschil tussen de drie onderzochte landen. Uit de spreiding in de kostprijs per bedrijf blijkt dat er in West-Vlaanderen bedrijven zijn die tegen een lagere kostprijs kunnen produceren. Gevoeglijk mag worden aangenomen dat ook in de andere produktiegebieden een grote spreiding tussen de bedrijven in de kostprijs van witlof voorkomt.

In Nederland blijkt vooral de kg-opbrengst per m<sup>2</sup> hierin een rol te spelen. Door verhoging van het wortelrendement kan de produktie per m<sup>2</sup> tot 60 kg worden opgevoerd (met behoud van een

goede kwaliteit van het lof). De kwaliteit van de witlofpennen is hierin erg belangrijk. Dit gegeven biedt perspectieven voor bedrijven die momenteel tegen een te hoge kostprijs werken.

Als mogelijke hulpmiddelen voor de bedrijven kunnen kennis-uitwisseling tussen bedrijven en bedrijfsvergelijking worden genoemd.

#### BEDRIJFSGROOTTE EN FINANCIERING

Nederlandse witloftrekbedrijven zijn vooral ten opzichte van die in België erg groot. Op bijna alle Nederlandse bedrijven met witloftrek op water worden de witlofpennen aangekocht en vaak vindt de koeling van deze pennen bij derden plaats. In België teelt men overwegend zelf de witlofpennen en wordt ook op het eigen bedrijf gekoeld. In Frankrijk komt de trek van witlof vaak voor op akkerbouwbedrijven en koeling van de witlofpennen komt maar zeer beperkt voor.

De opkomst van zeer grote bedrijven in andere sectoren dan witlof komt meestal maar in beperkte mate tot stand omdat de financiering van de duurzame produktiemiddelen te riskant geacht wordt. In de witloftrek kunnen met relatief weinig investeringen grote bedrijven worden opgezet. Het in verhouding grote ondernemersrisico brengt dan met zich dat er in goede tijden veel te verdienen valt, maar in slechte tijden een groot verlies optreedt. Ondernemen in deze sector houdt dus in dat in goede tijden voor de slechte tijden gereserveerd moet worden.

Een ander punt van verschil tussen de drie witlofproducerende landen is, dat financieringsinstellingen in Nederland gevoelig zijn voor efficiënt produceren (anti-cyclisch financieren). Dit is in tegenstelling met de situatie in België en Frankrijk waar meer de prijsontwikkeling van het eindproduct bepalend lijkt voor de financieringsmogelijkheden.

#### WEERSTANDSVERMOGEN

Over het algemeen geldt dat in een periode met lage prijzen kleinere bedrijven met weinig vreemde arbeid en veel eigen vermogen het lang kunnen volhouden. België heeft wat dit betreft een voorsprong op de Nederlandse producent, in ieder geval op korte termijn. In Nederland komt maar een klein aandeel van de totale witlofproduktie van de kleine bedrijven.

#### AFZET

De afzet van de witlof behoort niet tot het terrein van dit onderzoek. Daarom slechts één opmerking hierover in relatie tot het kostprijsonderzoek:

Hoewel de integrale kostprijs van het Nederlandse witlof slechts weinig hoger is dan dat van haar belangrijkste concurrenten, slaagt Nederland er niet in op een aantal markten te concurreren. Bundeling van de afzet, een verpakking- en presentatiebeleid afgestemd op de vraag en het met kwaliteit concurreren op de markten die meer en meer door België en Frankrijk worden bediend, zijn opties.